N.80

ENSP. 3475

LEYBOLD-HERAEUS

Gerätekarte

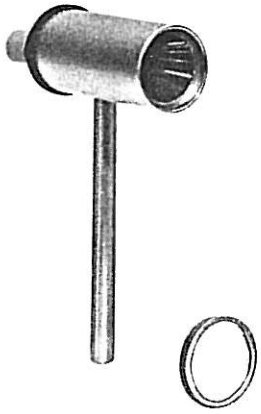
Directions for Use · Mode d'Emploi

557 36

Thermosäule nach Moll

Moll's Thermopile

Pile thermo-électrique de Moll



Die Thermosäule nach Moll dient zur Messung von Wärmestrahlung und besteht aus einer Anzahl in Reihe geschalteter Thermoelemente. Bei deren Bestrahlung entsteht eine thermoelektrische Spannung, die mit einem empfindlichen Galvanometer oder mit dem Spannungsempfindlichen Meßverstärker und einem entsprechenden Drehpulsinstrument gemessen wird.

The thermopile can be used to measure luminous and thermal radiant flux. It consists of a number of thermocouples connected in series. When the pile is exposed to radiation a thermoelectric voltage is set up in it which can be recorded by a highly sensitive galvanometer or by means of the voltage-sensitive measuring amplifier in combination with a matching moving-coil instrument.

La pile thermo-électrique de Moll sert à mesurer le rayonnement thermique et est constituée par des thermo-éléments montés en série. Sous l'action de rayons, ils engendrent une tension thermo-électrique, qu'on mesure avec un galvanomètre sensible ou à l'aide de l'amplificateur de mesure sensible en tension combiné avec un instrument à cadre mobile approprié.

1. Beschreibung

Die Thermosäule nach Moll besteht aus einem massiven Metallgehäuse von 34 mm ϕ und etwa 80 mm Länge mit einem Stiel, ϕ 10 mm in das ein polierter Metalltrichter mit 22° Öffnungswinkel und einem kleinsten Durchlaß von 10 mm ϕ eingearbeitet ist. Hinter ihm liegt eine geschwärzte Scheibe von 10 mm ϕ mit 16 Thermoelementen. Dies sind Bändchen aus Konstantan und Manganin, die mit Silber zusammengelötet und vorderseitig mit Ruß geschwärzt sind. Jedes Band ist etwa 0,5 mm breit und 5 μm dick. Die Lötstellen liegen auf dem senkrechten Durchmesser der Fläche, während die Enden der Bändchen an dickere Kupferstäbe gelötet sind, so daß ihre Temperatur konstant und gut definiert ist. Der Innenwiderstand der Thermosäule beträgt ungefähr 10 Ω und die Empfindlichkeit ca. 0,16 mV/

1. Description

Moll's thermopile consiste of a massive metal case of 34 mm ϕ and approx. 80 mm length mounted on a rod of 10 mm diam. A polished metal funnel of 22° aperture angle and 10 mm least ϕ is worked into the case. Behind it there is a blackened disc of 10 mm ϕ with 16 thermocouples. These are formed of strips of constantan and manganin soldered together with silver, and blackened with soot on the front. Each strip is about 0·5 mm wide and 5 μm thick. The soldering seams run vertically, the ends of the strips being soldered to thicker copper bars to keep their temperature defined and constant. The thermopile has an internal resistance of about 10 Ω and its response is approx. 0·16 mV/mW. For storage and transport the thermopile is protected by a glass plate framed in a metal

1. Description

La pile de Moll se compose pour l'essentiel, d' un carter massif en métal de 34 mm ϕ et d'env. 80 mm de long, monté sur une tige, ϕ 10 mm, dans lequel est ménagé un pavillon conique en métal poli ayant un angle d'ouverture de 22° et un passage de 10 mm ϕ à sa partie la plus étroite. Derrière lui se trouve un disque noirci masquant 16 thermo-éléments constitués par des rubans très minces en constantan et manganine soudés ensemble à l'argent et passés sur leurs faces avant au noir de fumée. Chaque ruban a env. 0,5 mm de large et 5 μm d'épaisseur. Les soudures se trouvent sur le diamètre perpendiculaire à la surface, tandis que les extrémités des rubans sont soudées à des baguettes de cuivre plus épaisses, de sorte que leur température est constante et bien définie. La rèsistan-

Anmerkungen

1. Die in Klammern gesetzten fünfstelligen Zahlen geben die Katalog-Nummern der betreffenden Geräte an.
2. Die Angaben und Abbildungen sind für die Ausführung der Geräte nicht in allen Einzelheiten verbindlich. Wir sind bestrebt, unsere Fertigung stets den neuesten wissenschaftlichen und technischen Erkenntnissen anzupassen.

Notes

1. The five-figure numbers quoted in brackets refer to the catalogue numbers of the respective apparatus.
2. The specifications and illustrations are not binding in every detail for the design of the apparatus. It is our policy always to keep our manufacturing programme right up to date so that it makes full allowance for the latest knowledge acquired in all scientific and technical fields.

Remarques

1. Les numéros à 5 chiffres entre parenthèses sont les numéros de catalogue des dits appareils.
2. Les indications et reproductions sont données sans engagement de notre part vu que nous nous efforçons de perfectionner nos appareils en faisant profiter notre production des plus récentes connaissances scientifiques et techniques.

mW. Die Thermosäule ist zur Aufbewahrung und für den Transport durch eine in einem Metallring gefaßte Glasscheibe geschützt. Sie wird für Messungen abgenommen.

Bei Bestrahlung entsteht in der Thermosäule eine thermoelektrische Spannung, die mit dem Schul-Spiegelgalvanometer (532 10) oder mit dem Spannungsempfindlichen Meßverstärker (532 06) und einem entsprechenden Drehspulinstrument (531 86 oder 531 87) oder Doppelmavo (442 86) mit Meßbereichsschaltkasten (442 74/84) gemessen werden kann. Die Thermosäule ist sehr empfindlich, da infolge der geringen Wärmeleitfähigkeit der dünnen Bänder deren Temperatur bei der Bestrahlung verhältnismäßig hoch ansteigt. Auch das Temperaturgleichgewicht stellt sich wegen der geringen Abmaße der Thermoelemente schon in etwa 2 Sekunden ein. Die Thermosäule kann daher auch mit schnell anzeigenden Galvanometern verbunden werden.

2. Versuchsaufbau

Die Messung der Wärmestrahlung mit der Thermosäule kann z. B. mit einem Schul-Spiegelgalvanometer (532 10) und dem Empfindlichkeitsregler (532 11) vorgenommen werden (s. Fig. 1). Wegen des geringen Innenwiderstandes der Thermosäule ist bei dem Empfindlichkeitsregler der an der Seite unterhalb der Ausgangsbuchsen zum Spiegelgalvanometer angebrachte Kurzschlußbügel herauszunehmen. Dann liegen die Widerstände des Empfindlichkeitsreglers in Reihe mit der Thermosäule und dem Spiegelgalvanometer. Man stellt den Widerstand des Empfindlichkeitsreglers je nach der vorliegenden Meßaufgabe so ein, daß einerseits die Empfindlichkeit genügend groß und andererseits das Spiegelgalvanometer noch genügend aperiodisch gedämpft ist. Galvanometer mit hohem Innenwiderstand sind für Messungen mit der Thermosäule ungeeignet.

Die Leitungen zum Galvanometer dürfen keine große oder gar bewegliche Schleife bilden, da deren Bewegung Ausschläge durch Induktion im magnetischen Erdfeld erzeugt. Am besten benutzt man für die Verbindung zum Spiegelgalvanometer weiche, dünne Doppellitze.

Die Versuche sind aber auch mit dem Spannungsempfindlichen Meßverstärker (532 06) durchführbar. Bei Verwendung dieses Gerätes sind unbedingt die Hinweise der entsprechenden Gebrauchsanweisung zu beachten. Der Anschluß der Meßspannung (thermoelektrische Spannung in der

ring. This should be taken off for the measurements.

When exposed to radiation, the pile generates a thermo-electric voltage which can be measured with the school mirror galvanometer (532 10), or by means of the voltage-sensitive measuring amplifier (532 06) in combination with a matching moving-coil instrument (531 86 or 87) or by means of the twin-moving coil instrument (442 86) with range control box (442 74 or 84). The thermopile is very sensitive, and the temperature of the strips rises very rapidly when they are exposed to radiation, as a result of their small thermal conductivity. As a consequence of the small mass of the individual strips in the thermopile the temperature reaches equilibrium in about 2 seconds. The thermopile can therefore be used with galvanometers giving quick response.

2. Experimental arrangement

The measurement of the heat radiation with the thermopile can be realized e. g. by means of the school mirror galvanometer (532 10) and the sensitivity regulator (531 11) (see fig. 1). As the thermopile has a low internal resistance, the short-circuit loop, which is mounted below the output terminals of the school mirror galvanometer must be removed when the sensitivity regulator is used. The resistors of the sensitivity regulator are now in series with the thermopile and the school mirror galvanometer. The resistance of the sensitivity regulator should be adjusted according to the measurements that are carried out, so that, on the one hand the sensitivity has adequate critical damping. Galvanometers with high internal resistance are not suitable for measurements with the thermopile.

The leads towards the galvanometer must not form a large or even movable loop, for when such a loop is moved in the earth's magnetic field, induced E. H. F's will be set up in it that could cause the instrument to make a deflection. The connections to the galvanometer should preferably be made with soft, thin bifilar leads.

But the experiments are also practicable by means of the voltage-sensitive measuring amplifier (532 06). When using this apparatus, the notes of the relevant directions for use must be taken into account in any case. The connection of the voltage to be measured (thermo-electric

ce interne de la pile s'élève à env. 10 Ω et sa sensibilité à env. 0,16 mV/mW. Pour son envoi, la pile est protégée par une glace enserrée dans un anneau en métal. Il faut l'enlever pour les mesures.

L'irradiation de la pile donne naissance à une tension thermo-électrique, qu'on peut mesurer avec le galvanomètre à miroir (532 10) ou à l'aide de l'amplificateur de mesure sensible en tension (532 06) combiné avec un instrument à cadre mobile approprié (531 86 ou 87) ou à l'aide d'un mavomètre double (442 86) avec boîte de distribution de zones de mesure (442 74 ou 84). La pile est très sensible, puisque par suite de la faible conductibilité thermique des fins rubans la température de ceux-ci s'élève d'une façon relativement considérable sous une irradiation. Aussi l'équilibre thermique s'établit-il, par suite de la faible masse des thermo-éléments, déjà au bout d'env. 2 secondes. La pile peut être de ce fait raccordée aussi à des galvanomètres à réponse rapide.

2. Montage expérimental

La mesure du rayonnement thermique avec la pile thermo-électrique peut être réalisée par ex. à l'aide du galvanomètre à miroir pour l'enseignement (532 10) et le régulateur de sensibilité (532 11) (voir fig. 1). Par suite de la faible résistance intérieure de la pile, il faut retirer l'étrier court-circuiteur du régulateur de sensibilité, disposé sur le côté au-dessous des bornes de sortie prévues pour le galvanomètre à miroir. Les résistances du régulateur de sensibilité se trouvent alors en série avec la pile et le galvanomètre à miroir. On règle la résistance du régulateur suivant la mesure projetée, de façon que, d'une part, sa sensibilité reste assez grande et que, d'autre part, le galvanomètre soit amorti apériodiquement d'une façon encore suffisante. Des galvanomètres à résistance intérieure élevée ne conviennent pas pour faire des mesures avec la pile thermo-électrique.

Les fils de connexion au galvanomètre ne doivent pas former une grande boucle ou même une boucle mobile, étant donné que leur mouvement produirait des déviations par induction dans le champ magnétique terrestre. Le mieux est d'employer pour la connexion au galvanomètre du toron double, torsadé, très souple et fin.

Mais, les expériences sont également réalisables à l'aide de l'amplificateur de mesure sensible en tension (532 06). Si l'on se sert de cet appareil, il faut respecter en tout cas les notes du mode d'emploi correspondant. La connexion de la tension à mesurer (tension thermo-électrique de la pile

Thermosäule) erfolgt über die Eingangsbuchsen (Symbol 0-U_e), an den Meßausgang (Meßinstrumentsymbol) wird ein Drehspulinstrument, 60 mV, 300 µA, angeschlossen.

Bei den Versuchen muß man ferner darauf achten, daß sich keine störende Strahlung der zu messenden Strahlung überlagert. In vielen Fällen ist zu diesem Zweck eine etwa 1 m lange Pappröhre von etwa 50 mm ϕ vor der Thermosäule sehr zu empfehlen.

Bei Versuchen in spektral zerlegtem Licht ist es ferner zweckmäßig, einen weißen Kartonschirm mit einem entsprechenden Loch vor der Thermosäule aufzustellen. Man kann dann stets verfolgen, in welchem Teil des Spektrums die Thermosäule steht.

voltage of the thermopile) is made via the input sockets (symbol: 0-U_e), while to the measuring output sockets (symbol: measuring instrument) a demonstration multirange meter, 60 mV, 300 µA, is connected.

Another thing that must be seen too in the experiments is not to have other radiations superimposed on the radiation to be measured. In many cases, it will be found useful to arrange a cardboard tube of 1 m length and 50 mm ϕ in front of the thermopile.

In experiments with light dispersed into a spectrum it is moreover advisable to place a white cardboard screen with a corresponding hole in front of the thermopile. It will then be easy to check which part of the spectrum gets into the thermopile.

thermo-électrique) est fait via les bornes d'entrée (symbole: 0-U_e), tandis que aux bornes de la sortie de mesure (symbole: instrument de mesure) un instrument à cadre mobile, 60 mV, 300 µA, doit être connecté.

Lors des expériences, il faut en outre veiller à ce qu'aucun rayonnement perturbateur ne se superpose à celui qu'on veut mesurer. Dans de nombreux cas, on fera bien de confectionner un tube en carton d'env. 1 mètre de long et de 50 mm de ϕ que l'on placera devant la pile.

Il est de plus indiqué, pour des expériences avec de la lumière spectralement décomposée, de disposer devant la pile un écran de carton blanc percé d'un trou approprié. On peut ainsi toujours savoir dans quelle partie du spectre la pile se trouve.

3. Versuche siehe auch „LEYBOLD-Wellen", Heft 10 und 13)

a) Schwarze Strahlung (Fig. 1)

Als Strahler dient der Rohrofen (555 81 od. 82) in Verbindung mit dem Schwarzkörperzusatz (389 43) und dem Rohrofentisch (555 84). Außerdem sind für diesen Versuch eine Irisblende (460 26) und ein Thermometer (z. B. bis + 360 ° C; 382 49) erforderlich. Mit dieser Anordnung läßt sich die Abhängigkeit der Strahlungsleistung von der Entfernung (Abstand zwischen 0,2 und 1 m), von der Temperatur des Strahlers (bis 400 ° C) und von der Richtung der Strahlen beobachten und das Gesetz von Stefan-Boltzmann: $E = \sigma T^4$ nachweisen.

3. Experiments (see also „The LEYBOLD House Magazine" Nos. 10 and 13)

a) Black-body radiation (Fig. 1)

As source of radiation use the electric oven for the Franck-Hertz tube (555 81 or 82) with black-body accessory (389 43) and support (555 84). Besides, this experiment requires an iris diaphragm (460 26) and a thermometer (e. g. up to + 360 ° C; 382 49). This arrangement permits a demonstration of the dependence of the radiant flux on distance (distances between 0·2 and 1 m), on the temperature of the source (up to 400 ° C) and on the angle of incidence, and the Stefan-Boltzmann Law: $E = \sigma T^4$, can be verified.

3. Expériences (voir aussi les « LEYBOLD-Welle » cahiers 10 et 13)

a) Rayonnement noir (Fig. 1)

Comme radiateur on se sert du four à chambre tubulaire (555 81 ou 82), combiné avec le corps noir (389 43) et la platine (555 84). On a en outre besoin pour cette expérience d'un diaphragme à iris (460 26) et d'un thermomètre (par ex. 382 49 allant jusqu'à + 360 ° C). Ce dispositif permet d'observer que la puissance rayonnée dépend de la distance (de 0,2 à 1 m), de la température du radiateur (jusqu'à 400° C) et de la direction de ce dernier et de mettre en évidence la loi de Stefan-Boltzmann: $E = \sigma T^4$.

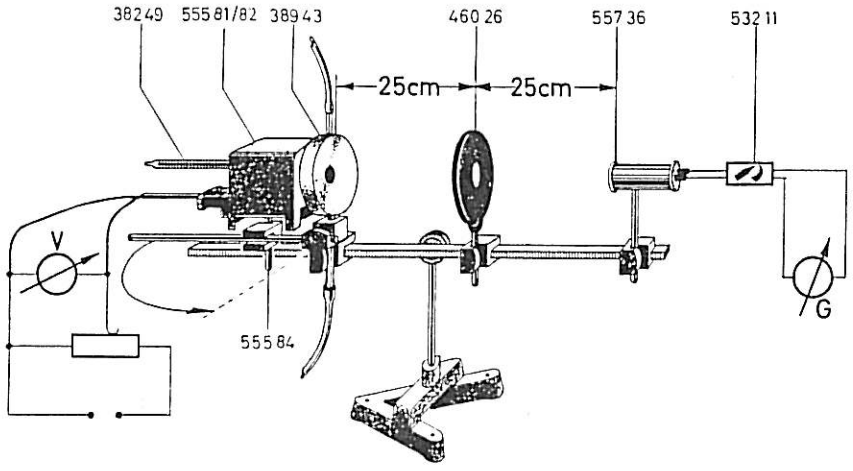


Fig. 1

Für eine einfache Versuchsdurchführung ist der Leslie-Würfel (389 26) geeignet. Er wird mit hei-

Leslie's cube (389 26) is suitable for a simple demonstration. It should be filled with hot water or oil, and

Pour exécuter une expérience, le cube de Leslie (389 26) suffit. On le remplit d'eau ou d'huile bouillan-

ßem Wasser oder Öl gefüllt und die Thermosäule zweckmäßig in etwa 1 m Abstand aufgestellt. Um zu verhindern, daß vom Experimentator ausgehende Wärmestrahlen die Messung beeinflussen, stellt man einen Metall- oder Pappschirm von ca. 50 cm × 50 cm mit einer Öffnung von ca. 10 cm ϕ vor den Strahlungswürfel. Man drehe der Thermosäule abwechselnd die schwarze und die metallische Seite zu; der Unterschied der Strahlungen (etwa 20:1) tritt dann sehr deutlich hervor.

Der Versuch zeigt, daß das Strahlungsvermögen eines Körpers umso größer ist, je größer sein Absorptionsvermögen für die gleiche Wellenlänge ist.

Eine in der Vorlesung häufig gebrauchte Abänderung des obigen Versuches besteht darin, daß der Vortragende sich im weißen Kittel in 2 - 3 m Abstand von der Thermosäule aufstellt. Das Galvanometer zeigt einen kleinen Ausschlag an. Wird dann der Kittel aufgeschlagen, so wird der Ausschlag wesentlich größer, und noch größer, wenn auch der Rock aufgeknöpft wird. Dieser Versuch zeigt aber nur die Abhängigkeit der Strahlung von der Temperatur, nicht von der Farbe des Körpers.

Auch die Abhängigkeit der Strahlung von der Temperatur kann man für Temperaturen bis zu 140° C, z. B. durch Einfüllen von heißem Wasser oder Öl in den Leslie-Würfel nachweisen.

the thermopile should be installed at about 1 m distance from it. A metal or cardboard screen, approx. 50 cm × 50 cm in size and having a hole of approx. 10 cm ϕ, should be arranged in front of the cube to prevent thermal flux issuing from the experimenter from influencing the measurements. The black and the metal surfaces of the cube should alternately be turned towards the thermopile. The difference in the radiation intensity (approx. 20 : 1) can clearly be observed.

The experiment shows that, for any given wavelength, the emissive power of a body increases in the same measure as its absorptivity.

In lectures, one often sees the following variation of the experiment just described: the lecturer in his white smock steps 2 to 3 m away from the thermopile. The galvanometer gives a small response. He opens his smock to produce a decidedly larger deflection, which increases even more if the jacket is opened as well. Yet this experiment only demonstrates the dependence of radiant intensity on temperature, not that on the colour of the radiating body.

For temperatures up to 140° C, the dependence of radiation on temperature can also be demonstrated by filling hot water or oil into Leslie's cube.

tes et le place à env. 1 m de la pile. Pour empêcher que des radiations thermiques émises par l'expérimentateur n'influencent la mesure, on disposera un écran en carton ou en métal de 50 cm × 50 cm, percé d'une ouverture d'env. 10 cm ϕ, devant le cube. On tourne alternativement vers la pile les faces noire et métallique; la différence de rayonnement (env. 20 : 1) ressort alors très nettement.

L'expérience révèle, que le pouvoir rayonnant d'un corps est d'autant plus grand que l'est son pouvoir d'absorption pour la même longueur d'onde.

Une variante, fréquemment employée dans les cours, de l'expérience ci-dessus consiste en ce que l'expérimentateur se place en blouse blanche à 2-3 mètres de la pile. Le galvanomètre accuse alors une petite déviation. Lorsque l'opérateur entrouve ensuite sa blouse, la déviation du galvanomètre est beaucoup plus grande, et elle devient plus grande encore en déboutonnant complètement la blouse. Mais cette expérience ne montre que la dépendance du rayonnement vis-à-vis de la température et non vis-à-vis de la couleur du corps.

On peut aussi montrer la dépendance du rayonnement vis-à-vis de la température — avec des températures allant jusqu'à 140° C — en remplissant par exemple le cube de Leslie d'eau ou d'huile très chaude.

b) Energieverteilung im Spektrum (Fig. 2)

Ein einfacher Aufbau mit Glasoptik genügt, um den Versuch überzeugend darzustellen. Die Wendel der Lampe 6 V, 30 W (450 51) wird mit dem in das Lampengehäuse (450 60) eingesteckten einlinsigen Kondensor (460 17) auf den verstellbaren Spalt (460 14) abgebildet. Der Spalt wird durch eine weitere Linse von 150 oder 200 mm Brennweite (460 08 oder 460 04) auf einem etwa 1,5 bis 2 m entfernten Schirm abgebildet. Das Hohlprisma (465 51), gefüllt mit zimtsaurem Äthyl (465 55), wird auf dem Prismentisch mit Halter (460 25) unmittelbar hinter die Linse gestellt und in das Minimum der Ablenkung eingerichtet, so daß ein lichtstarkes Spektrum auf dem Schirm entsteht.

b) Distribution of energy in the spectrum (Fig. 2)

This experiment can be demonstrated very convincingly using a simple optical arrangement with ordinary glass elements. The single-lens condenser (460 17) fitted in the lamp-house (450 60) forms an image of the filament of the lamp 6 V, 30 W (450 51) on the adjustable slit (460 14). Using another lens with a focal length of 150 or 200 mm (460 08 or 460 04), the slit is projected on a screen set up at a distance of about 1·5 to 2 m. The hollow prism (465 51), filled with ethyl cinnamate (465 55), is mounted on the prism platform with holder (460 25) just behind the lens and adjusted at the minimum of deviation, so that a bright spectrum will be formed on the screen.

b) Répartition de l'énergie dans le spectre (Fig. 2)

Un simple montage d'optique en verre suffit pour exécuter l'expérience d'une façon convaincante. Le filament de la lampe 6 V, 30 W (450 51) est projeté, à l'aide du condenseur à une lentille (460 17) monté sur le carter dans la lampe (450 60), sur la fente réglable (460 14). La fente est à son tour projetée par une autre lentille de f = 150 ou 200 mm (460 08 ou 460 04) sur un écran placé à env. 1,5 à 2 mètres. Le prisme creux (465 51), rempli de cinnamate d'éthyle (465 55), est monté sur le plateau pour prisme avec support (460 25) directement derrière la lentille et tourné à la position de déviation minima, de façon qu'un spectre très intense apparaisse sur l'écran.

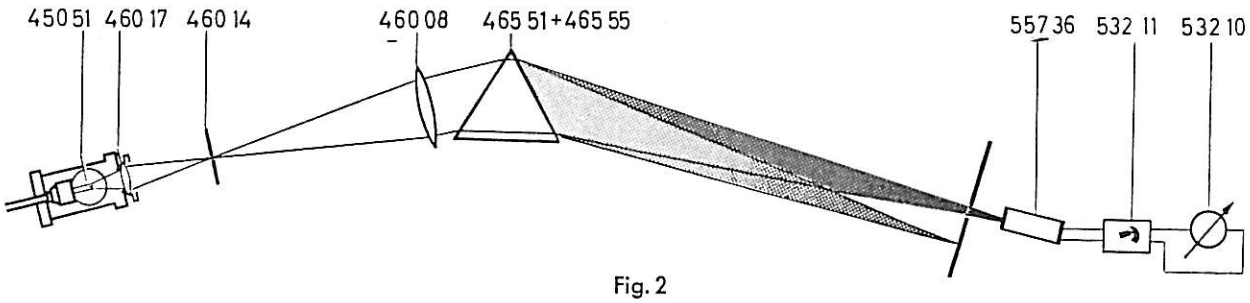


Fig. 2

Führt man die Thermosäule, vor die man zweckmäßig, wie oben beschrieben, einen weißen Karton mit Loch gestellt hat, mit diesem durch das Spektrum hindurch, so erhält man im blauen Licht nur kleine Ausschläge, die aber immer mehr anwachsen, je mehr man sich dem roten Ende des Spektrums nähert. Mit dem Ende des sichtbaren Spektrums hört aber der Ausschlag nicht auf. Er wird vielmehr noch größer und erreicht deutlich außerhalb des sichtbaren Gebietes ein Maximum.

Bei diesem Versuch achte man darauf, daß keine störende Strahlung etwa von dem heißen Lampengehäuse oder von Schülern unmittelbar in die Thermosäule gelangt. Es genügt, solche Strahlungsquellen durch Pappe gegen die Thermosäule abzublenden.

The thermopile should be fitted with a white cardboard screen with hole, as described above. On moving it through the spectrum, a very small response will be obtained at the blue end of the spectrum; but the response will increase more and more as the red end of the spectrum is approached. Instead of disappearing as the end of the spectrum is reached, it will grow even more until it reaches a maximum of appreciable size clearly beyond the visible range.

In this experiment care should be taken to prevent any stray radiations (viz. from the black lamp casing or from students) from getting immediately into the termopile. It suffices to screen off these sources of radiation with cardboard paper.

Si l'on fait passer la pile, pourvue de l'écran de carton blanc percé d'un trou comme décrit précédemment, à travers le spectre, on n'obtient alors dans la lumière bleue qu'une petite déviation qui augmente progressivement à mesure qu'on se rapproche de l'extrémité rouge du spectre. Mais la déviation ne cesse pas avec la fin du spectre visible. Elle devient au contraire plus grande encore, pour atteindre nettement un maximum au-delà du spectre visible.

En exécutant cette expérience, il faut veiller à ce qu'aucun rayonnement perturbateur provenant soit du carter chaud de la lampe soit des auditeurs n'arrive directement à la pile. Pour mettre la pile à l'abri de telles sources rayonnantes, il suffit de les masquer avec un écran de carton.

c) Wiensches Verschiebungsgesetz

Mit der gleichen Anordnung kann man auch die Abhängigkeit der Energieverteilung von der Temperatur des strahlenden Körpers wenigstens qualitativ zeigen. Der Aufbau ist genau wie unter b) beschrieben, jedoch wird die Temperatur der Glühlampe dadurch geändert, daß man sie einmal mit 4, dann mit 6 und schließlich mit 8 V betreibt. Nimmt man zu jeder Temperatur die Energieverteilung auf, so erkennt man nicht nur, wie außerordentlich stark die Strahlung mit der Temperatur wächst, vielmehr zeigt sich auch deutlich, daß das Maximum der Strahlung sich umso mehr nach dem sichtbaren Spektrum zu verschiebt, je höher die Temperatur ist. Die Folge davon ist, daß ein Körper umso „weißer" strahlt, je heißer er ist.

c) Wien's displacement law

The experimental arrangement of Fig. 2 can also be used for a qualitative demonstration of the dependence of the energy distribution on the temperature of the radiating body. Use the arrangement described in section b), but vary the temperature of the glow lamp by successively running it at 4 V, 6 V, and 8 V. On making a plot of energy vs. wavelength for each of these temperatures, it will be found that the radiant flux emitted by the source increases very rapidly with temperature, and that the maximum of the radiation shifts towards the blue end of the spectrum. That is why a body glows the "whiter" the hotter it is.

c) Loi du déphasage de Wien

Le même dispositif expérimental permet aussi de mettre en évidence, du moins qualitativement, la dépendance de la répartition de l'énergie vis-à-vis de la température du corps rayonnant. Le montage est le même que celui décrit sous b), mais la température de la lampe à incandescence est modifiée en l'alimentant successivement en 4, 6 et 8 V. Si l'on relève la répartition de l'énergie pour chaque température, on remarque non seulement l'extraordinaire accroissement du rayonnement avec la température, mais encore et surtout, et cela de façon très nette, que le maximum du rayonnement se déplace d'autant plus vers le spectre visible que la température est plus élevée. La conclusion de cela est qu'un corps rayonne d'autre « plus blanc » qu'il est plus chaud.

N. 60 EH.SF. 40:16

Física Técnica | Química Biología | Matemática Informática

LEYBOLD-HERAEUS

LEYBOLD-HERAEUS GMBH

8/86 — rs —

Instrucciones de Servicio **557 36**
Mode d'emploi

Pila termoeléctrica de Moll
Pile thermo-électrique, d'après Moll

Fig. 1

La pila termoeléctrica de Moll se utiliza para medir la radiación térmica y se compone de varios termoelementos conectados en serie. Por la radiación se produce una tensión termoeléctrica que se mide con un aparato de medición sensible a la tensión.

1 Datos técnicos

Resistencia interna:	aprox. 10 Ω
Sensibilidad:	aprox. 0,16 mV/mW
Intervalo de longitud de onda:	150 nm — 15 μm
Duración de regulación:	2 s — 3 s
Termoelementos:	16 cintas de constantan-manganina, conectadas en serie, soldadas con plata. Diámetro de la superficie de medida: 10 mm; 5 μm espesor. Distancia *a* (entre termoelementos y abertura anterior): aprox. 50 mm (véase fig. 2)
Dimensiones:	Caja: 80 mm largo; 34 mm ϕ Mango: 100 mm largo; 10 mm ϕ
Peso:	aprox. 0,5 kg

2 Descripción

2.1 Piezas funcionales (véase fig. 2)

① Caja de metal maciza con mango
② Embudo de metal pulido con un ángulo de abertura de 22° y mínima abertura de paso de 10 mm de diámetro
③ Disco ennegrecido, en cuyo dorso y sobre el diámetro vertical de la superficie se encuentran los puntos de soldadura/medición ⑤ de los 16 termoelementos ④ conectados en serie
④ Termoelementos

La pile thermo-électrique, d'après Moll sert à mesurer le rayonnement thermique et est constituée par plusieurs thermo-éléments montés en série. L'exposition au rayonnement engendre une tension thermo-électrique, que l'on mesure à l'aide d'un appareil sensible à la tension.

1 Caractéristiques techniques

Résistance interne:	env. 10 Ω
Sensibilité:	env. 0,16 mV/mW
Domaine de longueurs d'ondes:	150 nm — 15 μm
Equilibre thermique atteint en:	2 s — 3 s
Thermo-éléments:	16petites bandes de constantan et manganine, connectées en série, soudés à l'argent. Diamètre de la surface de mesure: 10 mm distance *a* (entre les thermo-éléments et l'ouverture frontale): env. 50 mm (voir la fig. 2)
Dimensions:	carter: longueur 80 mm; ϕ 34 mm tige: longueur 100 mm; ϕ 10 mm
Poids:	env. 0,5 kg

2 Description

2.1 Fonction des divers éléments (voir fig. 2)

① Carter métallique massif porté par une tige
② Pavillon de métal poli; angle d'ouverture du cône: 22°; section minimale de 10 mm de ϕ.
③ Verre noirci, derrière lequel se trouvent les 16 thermo-éléments ④ montés en série, les soudures ⑤ se trouvant le long d'un axe vertical courant le long de la paroi de verre.
④ Thermo-éléments

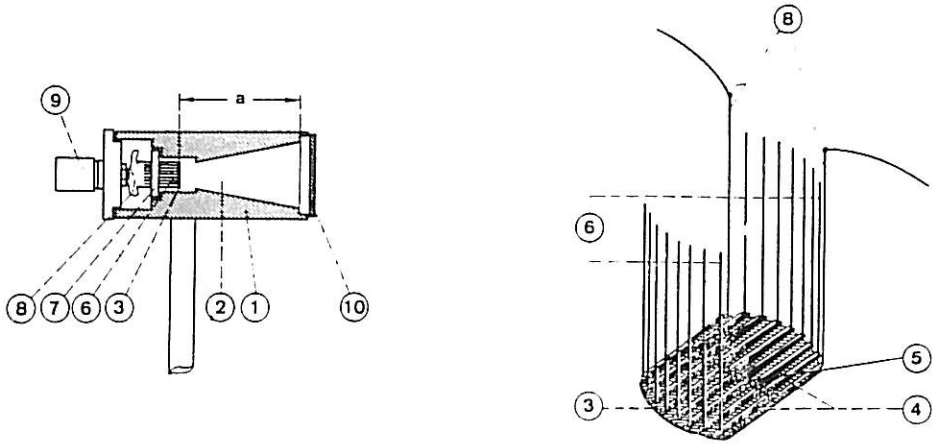


Fig. 2

⑤ Puntos de soldadura/medición (pares de termoelementos soldados con plata)
⑥ Varillas de cobre lacadas; sirven como conductores térmicos entre el termoelemento ④ y el punto de medida comparativo ⑦
⑦ Punto de medición comparativo; se encuentra en contacto térmico directo con la caja ①
⑧ Líneas eléctricas a la salida de medida
⑨ Casquillos de 4 mm para la conexión de un aparato de medición sensible
⑩ Disco de vidrio, montado en anillo de metal; sirve para la protección durante la conservación y el transporte. Al realizar las mediciones tiene que sacarse.

2.2 Principio de funcionamiento (véase fig. 2)

La radiación que incide en la pila termoeléctrica alcanza en parte directamente y en parte después de una desviación a través del embudo de metal pulido ② el disco ennegrecido ③ Este se encuentra en contacto térmico directo con los puntos de soldadura/medición ⑤ de los 16 termoelementos conectados en serie ④. El punto de medición comparativo ⑦ se encuentra a la temperatura de la caja ①, es decir, prácticamente a la temperatura ambiente.

Si no incide ninguna radiación térmica en la pila termoeléctrica, el punto de soldadura/medición ⑤ y el punto de soldadura comparativo ⑦ se encuentran a la misma temperatura, es decir, a la temperatura ambiente. Como no existe ninguna diferencia de temperatura, no se presenta tampoco ninguna tensión termoeléctrica.

Si la pila termoeléctrica se expone a la radiación térmica de un cuerpo, cuya temperatura es mas alta que la del lugar de medición comparativa ⑦ (temperatura de la caja o temperatura ambiente), se calienta entonces el disco ennegrecido ③, debido a su menor capacidad térmica, muy rápidamente (en aprox. 2-3 s), mientras que la caja continua estando a la temperatura ambiente. Debido a esto se produce una diferencia de temperatura entre el lugar de soldadura/medición ⑤ y el lugar de medida comparativo. De aquí resulta una tensión termoeléctrica que puede ser tomada en los casquillos de salida ⑨. La tensión termoeléctrica medida es proporcional a la potencia de radiación térmica incidente.

Si se expone la pila termoeléctrica, sin embargo, a la radiación térmica de un cuerpo, cuya temperatura se encuentra por debajo de la temperatura del punto de medición comparativo ⑦, el disco ennegrecido ③ adquiere una temperatura más baja que el punto de medición comparativo (o de la caja). De nuevo se produce una diferencia de temperatura de la cual resulta una tensión termoeléctrica de polaridad contraria.

3 Notas para experimentar

Los aparatos de medida adecuados para la pila termoeléctrica son los siguientes:

a) Amplificador de medida sensible a la tensión (532 06) en unión con un mecanismo de medida de 60 mV c.c./300 μA, por ej., instrumento de carrete móvil P ó D (531 791 ó 781).
b) Galvanómetro de espejo escolar (532 10) en unión con el ajustador de sensibilidad (532 11).
c) Microvoltímetro (532 13).

En todos casos hay que leer las correspondientes instrucciones de empleo cuando se usen. Durante los experimentos tener en cuenta la máxima carga admisible de la pila termoeléctrica (véase los datos técnicos).

Si se quieren tener mediciones exactas hay que evitar las influencias extrañas (el movimiento del aire o radiación térmica extraña, como por ej. del sol o calefacción).

⑤ Soudures (couples thermo-électriques, soudés à l'argent)
⑥ Baguettes de cuivre recouvertes de laque, servent de conducteur de chaleur entre les thermo-éléments ④ et le point de référence ⑦
⑦ Point de référence de mesure; est en contact thermique direct avec le carter ①
⑧ Conducteurs électriques de sortie pour les mesures
⑨ Bornes creuses ϕ 4 mm pour le raccord à un instrument de mesure sensible
⑩ Fenêtre de verre cerclée d'un ruban métallique. Sert de protection lorsque le tube est rangé ou transporté; et doit naturellement être enlevé lors des mesures.

2.2 Mode de fonctionnement (voir fig. 2)

Le rayonnement reçu par la pile arrive sur le verre noirci ③, en partie directement, en partie après déviation sur la surface métallique polie du pavillon ②. Le verre noirci est en contact thermique direct avec les soudures ⑤ des 16 thermo-éléments ④ montés en série. Le point de référence de mesure ⑦ se trouve à la température du carter ①, c. à. d. pratiquement à la température ambiante.

Si la pile ne reçoit aucun rayonnement, les soudures ⑤ et la soudure du point de référence ⑦ se trouvent à la même température, c. à. d. à la température ambiante. L'absence de différence de température entraîne l'absence d'apparition d'une tension.

Si l'on expose la pile au rayonnement d'un corps dont la température est plus élevée que celle du point de référence de mesure (c. à. d. la température du carter, pratiquement la température ambiante), le verre noirci, de faible capacité thermique, s'échauffe très rapidement (en 2 à 3 s), alors que le carter reste à la température ambiante. Il en résulte une différence de température entre le point des soudures ⑤ et le point de référence de mesure ⑦. Cette différence engendre une tension pouvant être prélevée aux bornes de sortie ⑨. Cette tension est proportionnelle à la puissance du rayonnement reçu.

Si par contre on expose la pile au rayonnement d'un corps dont la température est plus basse que celle du point de référence de mesure ⑦, le verre noirci prend une température plus basse que la température de référence (du carter aussi par ex.). Il en résulte une différence de température, qui engendre une tension de polarité inverse par rapport à l'expérience précédente.

3 Indications pour les expériences

Les appareils de mesures appropriés à la pile thermo-électrique sont:

a) L'amplificateur de mesure sensible à la tension (532 06) relié à un appareil de mesure 60 mV – 300 μA, par ex. l'instrument de mesure à cadre mobile P ou D (531 791 ou 781).
b) Le galvanomètre à miroir pour l'enseignement (532 10) relié au régulateur de sensibilité (532 11).
c) Microvoltmètre (532 13)

Prière de lire les modes d'emploi correspondants lors de l'utilisation des appareils. Tenir compte de la température maximale admissible par la pile lors des expériences (voir caractéristiques techniques).

Lors des mesures, il faut éviter toutes influences parasites (mouvements de l'air ambiant, rayonnements parasites par ex. du soleil ou d'un appareil de chauffage).

LEYBOLD-HERAEUS GMBH · Köln – Werk 2 · Leybold-Heraeus-Str. 1 · Postfach 32 50 · 5030 Hürth · Telefon (0 22 33) 604-0 · Telefax (0 22 33) 604-222 · Telex 888 481-30 lh d
© by Leybold-Heraeus, 1983 · 0,5-8-86/2. Ed. Cr.
Printed in the Federal Republic of Germany